



**SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I
GEODEZIJE**

ZAVRŠNI RAD

GRGO LASIĆ

Split, 2017.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Grgo Lasić

**Izbor i analiza strojeva za odabrane aktivnosti iskopa
temeljne jame i izgradnje prometnice**

Završni rad

Split, 2017

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: **Grgo Lasić**

BROJ INDEKSA: **1667**

KATEDRA: **Katedra za tehnologiju građenja**

PREDMET: **Tehnologija građenja**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Izbor i analiza strojeva za odabrane aktivnosti iskopa temeljne jame i izgradnje prometnice.

Opis zadatka: Student će analizirati odabrane aktivnosti iz skupine pripremnih i zemljanih radova, odabrati odgovarajuće strojeve, te uskladiti rad strojeva za iskop građevne jame i izradu ceste.

U Splitu, 15. ožujka 2017.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc. Snježana Knezić

1.UVOD

U ovom radu će se, za odabrane radove, izvršiti odabir strojeva i njihovo usklađivanje. Odabrane aktivnosti se odnose na dva gradilišta, iskop temeljne jame gradilište „A“ i izgradnje ceste gradilište „B“. Aktivnosti na iskopu temeljne jame obuhvaćaju: strojni iskop tla III. kategorije, utovar, transport i istovar zemlje te planiranje dna iskopa.

Aktivnosti na gradilištu „B“ obuhvaćaju: fino planiranje, zbijanje materijala, transport tamponskog sloja, fino planiranje, zbijanje tamponskog sloja, transport svježeg asfalta, ugradnja te zbijanje asfalta.

Radove će obavljati hipotetska tvrtka koja posjeduje potrebne strojeve: Buldozer, jaružalo, transporter kiper, grejder, valjak i finiše.

U radu će se prikazati detaljan izračun usklađivanja rada odabranih strojeva i vrijeme potrebno za pojedinu te ukupnu operaciju.

2.OPIS TVRTKE

Tvrtka je osnovana 2003. godine i specijalizira se za zemljane radove te izgradnju prometnica. Tvrtka danas dobro posluje zbog organiziranosti, brzine i kvalitete izvođenja građevinskih radova. Zbog toga je ostvarila suradnju sa velikim i uglednim građevinskim firmama u Hrvatskoj kao i u inozemstvu. Tvrtka zapošljava tridesetak radnika koji su kvalificirani za obavljanje svojih poslova.

3.OPIS RADOVA

Radovi na gradilištu „A“ se sastoje od slijedećih aktivnosti:

skidanja humusa 400 m^3 iskopa građevinske jame $40 \times 50 \text{ m}$ i dubine 2 m ($4\,000 \text{ m}^3$).

Potrebi strojevi: Buldozer, utovarivač, jaružalo, kamion kiper, grejder, valjak i finiše.

Ukupna količina koju je potrebno iskopati jaružalom iznosi $4\,000 \text{ m}^3$.

Skidanje humusa se izvodi se u sloju debljine 20 cm ($40 \times 50 \times 0,2 = 400 \text{ m}^3$) buldozerom.

Buldozer humus gura na gomile. S gomile se humus utovarivačem utovara u transporter koji ga odvozi na gradilište „B“ udaljeno 20 km . Iskopani materijal se također odvozi kamionom kiperom na gradilište „B“ te tamo grupo rasprostire na trasu prometnice dugu 500 m . Nakon toga se obavlja fino planiranje pomoću grejdera te zbijanje trase valjkom. Isti proces se ponavlja za sloj tampona. Transport svježeg asfalta dopremamo sa udaljenosti 5 km . Asfaltiranje trase duljine 400 m se vrši pomoću finišera, debljina sloja asfalta je 6 cm .

4. ANALIZA STROJEVA

Napravljena je analiza strojeva po pojedinim aktivnostima za oba gradilišta. Potrebna vrsta strojeva je dana po aktivnostim u Tablici 1.

Tablica 1: Aktivnosti na gradilištima A i B

Glavne aktivnosti	Podaktivnosti	Vrsta strojeva
A1 Iskop i odvoz	A1.1 Strojni iskop tla III. Kategorije	Buldozer
	A1.2 Utovar, transport i istovar zemlje	Jaružalo Transporter kiper
	A1.3 Planiranje dna iskopa	Buldozer
A2 Posteljica	A2.2 Fino planiranje	Grejder
	A2.3 Zbijanje materijala	Valjak
	A2.4 Transport tamponskog sloja	Transporter kiper
	A2.5 Fino planiranje	Grejder
	A2.6 Zbijanje tamponskog sloja	Valjak
A3 Ugradnja asfalta	A3.1 Transport svježeg asfalta do gradilišta	Transporter kiper
	A3.2 Ugradnja	Finišer
	A3.3 Zbijanje	Valjak

Slijedom analize u Tablici 1 odbarani su slijedeći konkretni strojevi:

1. Bulduzer *Cat® D4K2* (Slika 1)

- Motor 68.8 kW ,
- Max brzina 9 km/h,
- Dimenzije noža 2.78x1.09 m



Slika 1: Buldozer

(Izvor: <https://www.constructionequipment.com>)

2. Utovarivač Komatsu WA320-3 (Slika 2)

- Zapremnina lopate 2 m^3
- Brzina kretanja 20 km/h
- Radius kretanja 2.24 m



Slika 2: Utovarivač
(Izvor: <https://autoline.hr>)

3. MERCEDES BENZ ACTROS 4141 KIPER (903) (Slika 3)

- Volumen koša; $q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$
- Max brzina 90 km/h



Slika 3: Transporter kiper
(Izvor: <http://www.katicbau.hr>)

4. Jaružalo CAT M318 (Slika 4)

- Obujam žlice $q_{\text{žlice}} = 1.2 \text{ m}^3$
- Trajanje okretaja pri utovaru (180°) = 15 sec
- Trajanje iskopa = 20 sec



Slika 4: Jaružalo

(Izvor: <https://autoline-eu.rs>)

5.HAMM HD+ 90i VT *(Slika 5)*

- Masa=8,820 kg
- Radna brzina=5kmh
- Širina=1,680mm



Slika 5: Valjak

(Izvor: <http://www.rotech.hr>)

6.Caterpillar 140K *(Slika 6)*

- Širina noža=3,7m
- Brzina planiranja=5km/h



Slika 6: Grejder

(Izvor: <http://www.khplant.co.za>)

7.VÖGELE SUPER 1803-2 *(Slika 7)*

- Neto težina 17800 kg



Slika 7: Finišer
(Izvor: <https://autoline.hr>)

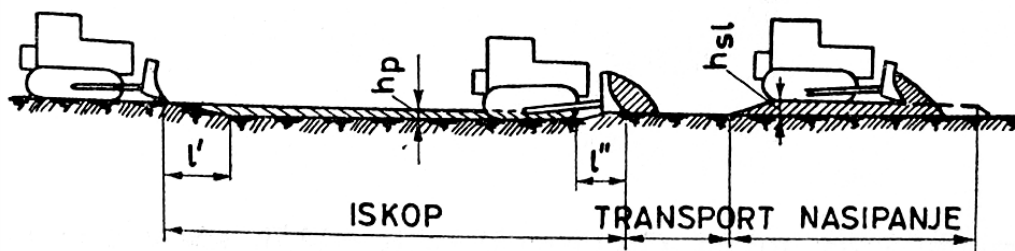
5. GRADILIŠTE „A“

Za aktivnosti gradilišta „A“ koriste se sljedeći strojevi: buldozer, utovarivač, jaružalo, transporter kiper.

Za skidanje humusa koristi se buldazer *Cat® D4K2*

- Motor 68.8 kW
- Max brzina 9 km/h
- Dimenzije noža 2.78x1.09 m

Princip rada buldozera prikazan je na sljedećoj slici:



Slika 7: Princip rada buldozera (Izvor: www.rudar.rgn.hr)

Planski učinak buldozera:

$$U_p = U_t * K_v * K_r \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$U_t = 3600 c / T_c$$

c - obujam materijala koji nož gura (m³),

$$c = 0.5 * B * H^2$$

$$c = 0.5 * 2.78 * 1.09^2 = 1.65 \text{ m}^3$$

Koeficijenti:

- $k_v = 0.84$ koeficijent iskorištenja radnog vremena
- $k_r = 0.85$ koeficijent rastresitosti
- $k_g = 0.84$ koeficijent organizacije gradilišta
- $k_i = 0.90$ koeficijent iskorištenja kapaciteta dozera

Trajanje ciklusa:

$$T_c = T_i + T_{tr} + T_{pov} + T_o$$

T_i - vrijeme potrebno za iskop

T_{tr} - vrijeme potrebno za guranje

T_{pov} - vrijeme potrebno za povratak

T_o - gubitak vremena zbog promjene smjera

$$T_c = t_i + t_{tr} + t_{pov} + t_o$$

$$t_i = L_i / v_i = 20.00 / 1.00 = 20.00 \text{ s}$$

$$t_r = L_i / v_{vr} = 20.00 / 1.80 = 11.11 \text{ s}$$

$$t_{pov} = L_{pov} / v_{pov} = 20.00 / 2.78 = 7.19 \text{ s}$$

$$t_o = 0.13 \text{ min} = 8 \text{ s}$$

$$T_c = 20.00 + 11.11 + 7.19 + 8 = 46.30 \text{ s}$$

$$U_p = (60 * c / T_c) * k_v * k_r * k_g * k_i$$

$$U_p = 60 * 1.65 / 0.77 * 0.84 * 0.85 * 0.84 * 0.90$$

$$U_p = 69.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 400 \text{ m}^3$$

Potrebno vrijeme za skidanje humusa računa se po formuli:

$T_{rd} = Q / U_p$ gdje je:

T_{rd} - vrijeme

U_p - planski učinak utovarivača

$$T_{rd} = 400.00 \text{ m}^3 / 69.40 \text{ m}^3/\text{h} = 5.76 \text{ h}$$

Utovar humusa vrši se pomoću utovarivača Komatsu WA320-3

- Zapremnina lopate 2 m^3
- Brzina kretanja 20 km/h
- Radius kretanja 2.24 m

Planski učinak utovarivača:

$$U_p = U_t * K_p * K_v * K_r \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$U_t = 3600 q / T_c$$

q - obujam utovarne lopate (m^3)

$$T_c = 1.5 * \text{min} = 90 \text{ s ciklus za utovar sa čela}$$

$k_v = 0.84$ koeficijent iskorištenja radnog vremena

$k_r = 0.85$ koeficijent rastresitosti

$k_g = 0.84$ koeficijent organizacije gradilišta

$k_p = 0.90$ koeficijent punjenja

$$U_p = (3600 * q / T_c) * k_v * k_r * k_g * k_p$$

$$U_p = (3600 * 2 / 90) * 0.84 * 0.85 * 0.84 * 0.90$$

$$U_p = 43.18 \text{ m}^3\text{/h}$$

Potrebno vrijeme za utovar humusa računa se po formuli:

$$T_{rd} = Q / U_p \text{ gdje je:}$$

T_{rd} - vrijeme

Q - obujam

U_p - planski učinak utovarivača

$$T_{rd} = 400.0 \text{ m}^3 / 43.18 \text{ m}^3\text{/h} = 9.26 \text{ h}$$

Ukupna količina materijala za odvoz; $Q_{\text{materijala}} = 400.00 \text{ m}^3$

Za odvoz materijala koristi se Mercedes Benz Actros 4141 Kiper (903)

- Volumen koša; $q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$
- Max brzina 90km/h

Planski učinak:

$$U_p = T / (T_c \cdot 60) \cdot q \cdot K_v \cdot K_p \cdot K_r \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Trajanje ciklusa:

$$T_c = T_u + T_v + T_i + T_m$$

T_u - vrijeme utovara (min)

T_v - vrijeme pune i prazne vožnje

T_i - vrijeme istovara

T_m - vrijeme manevriranja pri utovaru i istovaru u prosječnim uvjetima rada

Vrijeme utovara:

$$T_{ut} = q_{\text{koša}} / U_p \text{ utovarivača}$$

$$T_{ut} = 16 / 43.18$$

$$T_{ut} = 0.37 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 20 \text{ km}$$

$$T_{vpv} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{punog}}$$

$$T_{vpv} = 20 / 50$$

$$T_{vpv} = 0.4 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{is} = 4 \text{ min} = 0.067 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{\text{praznog}} = 70 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 20 \text{ km}$$

$$T_{\text{vp}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{praznog}}$$

$$T_{\text{vp}} = 20 / 70$$

$$T_{\text{vp}} = 0.286 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{\text{ut}} + T_{\text{vpv}} + T_{\text{is}} + T_{\text{vp}}$$

$$T_c = 0.37 + 0.4 + 0.067 + 0.286$$

$$T_c = 1.123 \text{ h}$$

Satni učinak transportera:

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_v * k_p * k_r$$

$$U_p = (16 / 1,123) * 0.84 * 0.90 * 0.80$$

$$U_p = 8.62 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak transportera:

$$U_d = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 8.62 * 8$$

$$U_d = 68.96 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Potreban broj vožnji transportera:

$$Q_{\text{materijala}} = 400.00 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$$

$$n = Q_{\text{materijala}} / q_{\text{koša}}$$

$$n = 400.00 / 16$$

$$n = 25 \text{ vožnji}$$

Broj potrebnih transportera:

$$T_c = 1.123 \text{ h}$$

$$T_{\text{ut}} = 0.37 \text{ h}$$

$$n = T_c / T_{\text{ut}}$$

$$n = 1.123 / 0.37$$

$$n = 3.04 \approx 4 \text{ transportera}$$

Iskop te utovar će se vršiti jaružalom CAT M318

- Obujam žlice $q_{\text{žlice}} = 1.2 \text{ m}^3$
- Trajanje okretaja pri utovaru (180°) = 15 sec
- Trajanje iskopa = 20 sec

Trajanje ciklusa:

$$T_c = T_o + T_i$$

$$T_c = 15 + 20$$

$$T_c = 35 \text{ sec} = 0,0097 \text{ h}$$

$$K_{og} = 0.9$$

$$K_{irv} = 0.9$$

$$K_m = 0.90$$

Satni učinak jaružala:

$$U_p = (q / T_c) * k_{og} * k_{irv} * k_m$$

$$U_p = (1,2 / 0,0097) * 0,9 * 0,9 * 0,9$$

$$U_p = 90,19 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak jaružala:

$$U_d = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 90.19 * 8$$

$$U_d = 721,52 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Jaružalo se koristi za utovar materijala u transporter kiper.

Odvoz materijala na deponij vršimo kamionom Mercedes Benz Actros 4141 Kiper (903)

- Ukupna količina materijala za odvoz; $Q_{\text{materijala}} = 4\,000.00 \text{ m}^3$
- Volumen koša; $q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$

Vrijeme utovara:

$$T_{ut} = q_{koša} / U_p \text{ jaružala}$$

$$T_{ut} = 16 / 90,19$$

$$T_{ut} = 0,18 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{punog} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{deponije} = 20 \text{ km}$$

$$T_{vpv} = l_{deponije} / v_{punog}$$

$$T_{vpv} = 20 / 50$$

$$T_{vpv} = 0,4 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{is} = 4 \text{ min} = 0,067 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{praznog} = 70 \text{ km/h}$$

$$l_{deponije} = 20 \text{ km}$$

$$T_{vp} = l_{deponije} / v_{praznog}$$

$$T_{vp} = 20/70$$

$$T_{vp} = 0,29 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{ut} + T_{vpv} + T_{is} + T_{vp}$$

$$T_c = 0,18 + 0,40 + 0,067 + 0,29$$

$$T_c = 0,937 \text{ h}$$

Satni učinak kamiona:

$$U_p = (q_{koša} / T_c) * k_m * k_{og} * k_{irv}$$

$$U_p = (16 / 0,937) * 0,9 * 0,9 * 0,9$$

$$U_p = 12,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dnevni učinak kamiona:

$$U_d = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 12,45 * 8$$

$$U_d = 99,6 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Potreban broj vožnji kamiona:

$$O_{\text{materijala}} = 4\,000.00 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$$

$$n = O_{\text{materijala}} / q_{\text{koša}}$$

$$n = 4000.00 / 16$$

$$n = 250 = 250 \text{ vožnji}$$

Broj potrebnih kamiona:

$$T_c = 0,937 \text{ h}$$

$$T_{\text{ut}} = 0,18 \text{ h}$$

$$n = T_c / T_{\text{ut}}$$

$$n = 0,937 / 0,18$$

$$n = 5,2 \approx 6 \text{ kamiona}$$

Planiranje dna iskopa

Planiranje vršimo pomoću buldozera Cat® D4K2

- Motor 68.8 kW ,
- Max brzina 9 km/h,
- Dimenzije noža 2.78x1.09 m

Unaprijed je predviđena rampa za spuštanje buldozera u građevnu jamu.

Ukupna površina građevne jame iznosi 2000m³.

- Tgr-vrijeme potrebno za guranje
- Tpov-vrijeme potrebno za povratak
- T₀-gubitak vremena zbog promjene smjera

Ciklus:

$$T_c = T_{gr} + T_{pov} + T_0$$

$$T_c = 30 + 20 + 5 = 55 \text{ sec}$$

Potrebno je 15 prijelaza.

7.GRADILIŠTE „B“

Za aktivnosti gradilišta B koriste se slijedeći strojevi: grejder, valjak, transporter kiper i finišer.

Za fino planiranje koristi se grejder Caterpillar 140K

- Širina noža=3,7m
- Brzina planiranja=5km/h
- Broj prijelaza=3

Fino planiranje :

$k_d=0,85$ -koeficijent dotrajalosti radnog stroja

Teorijski učinak:

$$U_t = (v \cdot (l_g - l_p) \cdot 1000) / n$$

$$U_t = (5 \cdot (3,7 - 0,3) \cdot 1000) / 3 = 5666,7 \text{ m}^2/\text{h}$$

Stvarni učinak:

$$U_p = U_t \cdot K_i$$

$$U_p = 5666,7 \cdot 0,6 = 3400 \text{ m}^2/\text{h}$$

Potrebno vrijeme:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$$T_{rd} = 2400 / 3400 = 0,71 \text{ h}$$

Za zbijanje materijala koristimo valjak HAMM HD+ 90i VT

- v-radna brzina 5km/h
- lv-širina valjka 1,68m
- lp-širina prijelaza 0,30m
- n-broj prijelaza 4
- $k_i=0,87$

Teorijski učinak:

$$U_t = (v \cdot (l_v - l_p) \cdot 1000) / n$$

$$U_t = (5 \cdot (1,68 - 0,30) \cdot 1000) / 4 = 1725 \text{ m}^2/\text{h}$$

Stvarni učinak:

$$U_p = U_t \cdot k_i$$

$$U_p = 1725 \cdot 0,87 = 1500,75 \text{ m}^2/\text{h}$$

Potrebno vrijeme:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$$T_{rd} = 2400 / 1500,75 = 1,6 \text{ h}$$

Transport tamponskog sloja do gradilišta vršimo pomoću kamiona Mercedes Benz Actros 4141 Kiper (903)

- Ukupna količina materijala za dovoz; $Q_{\text{materijala}} = 240.00 \text{ m}^3$
- Volumen koša; $q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$
- Udaljenost kamenoloma 8 km

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_p$$

$$T_{\text{ut}} = 16 / 120$$

$$T_{\text{ut}} = 0,13 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 8 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{punog}}$$

$$T_{\text{vpv}} = 8 / 50$$

$$T_{\text{vpv}} = 0,16 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{\text{is}} = 4 \text{ min} = 0,067 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{\text{praznog}} = 70 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 8 \text{ km}$$

$$T_{\text{vp}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{praznog}}$$

$$T_{\text{vp}} = 8/70$$

$$T_{\text{vp}} = 0,11 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{\text{ut}} + T_{\text{vpv}} + T_{\text{is}} + T_{\text{vp}}$$

$$T_c = 0,13 + 0,16 + 0,067 + 0,11$$

$$T_c = 0,47 \text{ h}$$

Satni učinak kamiona:

$$(q=16\text{m}^3, 16/0.1=160\text{ m}^2)$$

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_m * k_{og} * k_{irv}$$

$$U_p = (160 / 0,47) * 0,9 * 0,9 * 0,9$$

$$U_p = 248,17\text{ m}^2/\text{h}$$

Dnevni učinak kamiona:

$$U_d = U_p * \text{vrijeme trajanja radne smjene}$$

$$U_d = 248,17 * 8$$

$$U_d = 1985,36\text{ m}^2/\text{dan}$$

Potreban broj vožnji kamiona:

$$O_{\text{materijala}} = 240.00\text{ m}^3$$

$$q_{\text{koša}} = 16\text{ m}^3$$

$$n = Q_{\text{materijala}} / q_{\text{koša}}$$

$$n = 240.00 / 16$$

$$n = 15\text{ vožnji}$$

Broj potrebnih kamiona:

$$T_c = 0,47\text{ h}$$

$$T_{ut} = 0,13\text{ h}$$

$$n = T_c / T_{ut}$$

$$n = 0,47 / 0,13$$

$$n = 3,62 \approx 4\text{ kamiona}$$

Za fino planiranje tampona koristimo Grejder Caterpillar 140K

Teorijski učinak:

$$U_t = (v * (l_g - l_p) * 1000) / n$$

$$U_t = (5 * (3,7 - 0,3) * 1000) / 3 = 5666,7 \text{ m}^2/\text{h}$$

Stvarni učinak:

$$U_p = U_t * K_i$$

$$U_p = 5666,7 * 0,6 = 3400 \text{ m}^2/\text{h}$$

Potrebno vrijeme:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$$T_{rd} = 2400 / 3400 = 0,71 \text{ h}$$

Za zbijanje tamponskog sloja koristimo valjak HAMM HD+ 90i VT

- v-radna brzina 5km/h
- l_v-širina valjka 1,68m
- l_p-širina prijelaza 0,30m
- n-broj prijelaza 4

Teorijski učinak:

$$U_t = (v * (l_v - l_p) * 1000) / n$$

$$U_t = (5 * (1,68 - 0,30) * 1000) / 4 = 1725 \text{ m}^2/\text{h}$$

Stvarni učinak:

$$U_p = U_t * k_i$$

$$U_p = 1725 * 0,87 = 1500,75 \text{ m}^2/\text{h}$$

Potrebno vrijeme:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$$T_{rd} = 2400 / 1500,75 = 1,6 \text{ h}$$

Za transport svježeg asfalta do gradilišta koristimo Mercedes Benz Actros 4141 Kiper (903)

- Volumen koša; $q_{\text{koša}} = 16 \text{ m}^3$
- Max brzina 90km/h

Vrijeme utovara:

$$T_{\text{ut}} = q_{\text{koša}} / U_p$$

$$T_{\text{ut}} = 16 / 50$$

$$T_{\text{ut}} = 0.32 \text{ h}$$

Vrijeme vožnje punog vozila:

$$v_{\text{punog}} = 50 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 2 \text{ km}$$

$$T_{\text{vpv}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{punog}}$$

$$T_{\text{vpv}} = 2 / 50$$

$$T_{\text{vpv}} = 0,04 \text{ h}$$

Vrijeme istovara sa manevrom:

$$T_{\text{is}} = 4 \text{ min} = 0.067 \text{ h}$$

Vrijeme povratka:

$$v_{\text{praznog}} = 70 \text{ km/h}$$

$$l_{\text{deponije}} = 2 \text{ km}$$

$$T_{\text{vp}} = l_{\text{deponije}} / v_{\text{praznog}}$$

$$T_{\text{vp}} = 2 / 70$$

$$T_{\text{vp}} = 0,03 \text{ h}$$

Ukupno trajanje ciklusa:

$$T_c = T_{\text{ut}} + T_{\text{vpv}} + T_{\text{is}} + T_{\text{vp}}$$

$$T_c = 0,32 + 0,04 + 0,067 + 0,03 = 0,457 \text{ h}$$

Satni učinak transportera:

Kapacitet kamiona 16 m^3 ($16/0,06=266,7\text{m}^2$)

$$U_p = (q_{\text{koša}} / T_c) * k_v * k_p * k_r$$

$$U_p = (266,7/0,457) * 0,84 * 0,90 * 0,80$$

$$U_p = 358,4 \text{ m}^2/\text{h}$$

Broj potrebnih transportera:

$$U_f = 530,3 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$U_k = 358,4 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$n = U_f / T_{\text{ut}}$$

$$n = 530,3 / 358,4$$

$$n = 1.48 \approx 2 \text{ transportera}$$

Za asfaltiranje se koristi finiše VÖGELE SUPER 1803-2

- v-brzina 40 m/min
- d-debljina sloja 6 cm
- b-širina finišera 6 m
- U_p -učinak 700 t/h
- ρ - gustoća asfaltne mase 2200 kg/m³

Učinak finišera:

$$U_p = 530,3 \text{ m}^2/\text{h}$$

Potrebno vrijeme:

$$T_{\text{rd}} = Q / U_p$$

$$T_{\text{rd}} = 2400 / 530,3 = 4,5 \text{ h}$$

Zbijanje asfalta vršimo pomoću valjka HAMM HD+ 90i VT

- v-radna brzina 5km/h
- lv-širina valjka 1,68m
- lp-širina prijelaza 0,30m
- n-broj prijelaza 4

Teorijski učinak:

$$U_t = (v \cdot (l_v - l_p) \cdot 1000) / n$$

$$U_t = (5 \cdot (1,68 - 0,30) \cdot 1000) / 4 = 1725 \text{ m}^2/\text{h}$$

Stvarni učinak:

$$U_p = U_t \cdot k_i$$

$$U_p = 1725 \cdot 0,87 = 1500,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Potrebno vrijeme:

$$T_{rd} = Q / U_p$$

$$T_{rd} = 2400 / 1500,75 = 1,6 \text{ h}$$

8.ZAKLJUČAK

U završnom radu prikazano je usklađivanje te analiza rada strojeva za odabrane aktivnosti na dva gradilišta:

- Iskop temeljne jame,
- Izgradnja prometnice.

Nakon proračuna dobili smo sljedeće rezultate:

Za skidanje humusa na gradilištu „A“ potreban nam je buldozer. Nakon skidanja humusa nam je potreban utovarivač koji puni kamione kipere, u proračunu smo dobili da nam je potrebno 4 kamiona kipera za odvoz humusa. Jaružalom vršimo iskop građevinske jame te ujedno punimo kamione kipere koji odvoze materijal na gradilište „B“ koje je udaljeno 20 km, za to nam je potrebno 6 kamiona kipera. Nakon svega buldozerom vršimo planiranje dna iskopa.

Na gradilištu „B“ sa grejderom vršimo fino planiranje trase širine 6m i dužine 400m i sve to zbijamo vibracijskim valjkom. Isti postupak ponovimo za tamponski sloj. Gotovi asfalt dopremamo sa udaljenosti 2km i potrebno nam je 2 kamiona kipera.

Finišerom postavljamo asfalt te nakon toga ga zbijamo valjkom.

9.LITERATURA

- <https://www.constructionequipment.com>
- <https://autoline.hr>
- <http://www.katicbau.hr>
- <https://autoline-eu.rs>
- <http://www.rotech.hr>
- <http://www.khplant.co.za>
- <https://autoline.hr>